

データメモリで構成したことを特徴とする請求項14記載の順次走査変換装置。

【請求項17】傾き検出手段を、補間画素をばさむ原画素の順の画素値の差分絶対値に基づいて、前記原画素の組に対する相関性の評価を行い、前記差分絶対値が最小となる原画素の組を、最も相関性が高い原画素の組と評価するよう構成したことを特徴とする請求項14記載の順次走査変換装置。

【請求項18】フィルタ手段を、画素値の差分絶対値が最小となる原画素の組の画素値の平均値を補間画素の画素値とするよう構成したことを特徴とする請求項14記載の順次走査変換装置。

【請求項19】フィルタ手段を、前記補間画素をばさむ上下複数ライン上の補間方向の原画素に基づいて補間画素を作成するよう構成したことを特徴とする請求項14記載の順次走査変換装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】
【産業上の利用分野】本発明は、インターレース走査の映像信号を順次走査の映像信号に変換する順次走査変換方法および順次走査変換装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、2:1インターレース走査（飛び越し走査）の映像信号を1:1順次走査の映像信号に変換する順次走査変換技術における順次走査変換装置としては、IDTV (improved definition on television) 受信回路に採用されている動き適応型走査補間回路がある。動き適応型走査補間回路の詳細については、参考文献、テレビジョン学会誌、テレビジョン画像情報工学ハンドブック、P. 8 99～P. 900 (1990) に説明されている。その内、ライン走査補間回路として、隣接走査線をそのまゝ用いる2度書きライン走査補間回路と、隣接走査線の平均を用いる平均ライン走査補間回路とが提案されている。また、特開平6-153169号公報には、斜めエッジの解像度劣化を防ぐ目的で相関性の高い斜め方向に画素値を平均するライン走査補間回路が開示されている。

【0003】以下、図面を参照しながら、従来の順次走査変換装置の動作について説明する。

【0004】図6はディスプレイ上に表示した画像を見た図である。a～tはインターレース走査の映像信号を表示した原ライン上の原画素であり、p0～p9は順次走査の映像信号を得るために作成した補間ライン上の補間画素である。ここで、原画素の画素値（ディスプレイ上の画素値に相当）を、 $a=b=c=d=e=100$ 、 $f=g=h=i=j=0$ 、 $k=l=m=n=0$ 、 $p=q=r=s=t=0$ とする。図6に示す画像はf～nの傾きを持つ斜めエッジ（以下、f～nエッジと略称する）であり、f～nエッジより左上方向が白色、右

下方向が黒色である。このような場合に、上記に示す3方式の回路で補間した場合の画素値を考える。

【0005】まず、2度書きライン走査補間回路の場合には、隣接走査線をそのまま用いるため、補間画素の画素値は、 $p0=p1=p2=p3=p4=100$ 、 $p5=p6=p7=p8=p9=0$ となり補間ラインが作成される。次に、平均ライン走査補間回路の場合は、隣接走査線の平均を用いるため、補間画素の画素値は、 $p0=p1=p2=100$ 、 $p3=p4=50$ 、 $p5=p6=p7=p8=p9=0$ となる。また、相関性の高い斜め方向に画素値を平均するライン走査補間回路の場合には、相関性の評価を補間画素を中心とした垂直方向および斜め方向の原画素間の差分値によって行い、この差分値が最も小さくなる方向を相関性の高い方向とし、その方向の原画素の平均値を補間画素の画素値とする。そのとき評価する方向は、垂直方向を中心として、左右に5方向を考える。したがって、 $p0=p1=100$ となり、 $p2$ はc～m方向または、d～l方向のいずれかを、 $p3$ はe～m方向を選択し、 $p4=0$ 、 $p5=p6=0$ となる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような従来の3方式によるライン走査補間回路を用いた順次走査変換装置では、画像のエッジ部分において、以下のような画質劣化が発生するという問題点を有していた。

【0007】2度書きライン走査補間回路の場合、図6に示すようなf～nエッジで、 $p3=p4=100$ 、すなわち白色となるためにギザギザが生じる。その結果、インターレース表示の時に発生していたラインフリッカは全く軽減されない。

【0008】平均ライン走査補間回路の場合、 $p3=p4=50$ 、すなわち灰色となる。その結果、ラインフリッカは若干軽減されるものの、斜め方向の解像度が劣化しf～nエッジにボケが生じる。

【0009】これらに対して、相関性の高い斜め方向に画素値を平均するライン走査補間回路の場合、 $p3=100$ 、 $p4=0$ となりf～nエッジが完全に補間されることが、図7に示す画像のような斜め線Aの場合、 $p0$ 、 $p1$ 、 $p2$ 、 $p3$ 、 $p5$ 、 $p6$ 、 $p7$ 、 $p8$ 、 $p9$ の補間画素の画素値は100となるが、 $p4$ はb～r方向、c～q方向、d～p方向、d～p方向、f～n方向、h～l方向ともに原画素の差分値、すなわち相関性の評価結果が等しくなり方向が特定できない。たとえ、このような場合、中間的な方向を選択するようなアルゴリズムにしていたとしても、d～p方向を選択することでp3の画素値は100となる。p5も同様に、c～s方向、d～r方向、e～q方向、g～o方向、i～m方向の相関性の評価結果が等しくなり、 $p4=100$

0となる。その結果、斜め線Aは切断されてしまい、全く補間されない。

【0010】図7の斜め線Aの場合、平均ライン走査補間回路の方が、 $p4=p5=50$ となりボケが生じるものの切断は起こらない。以上のように、相関性の高い斜め方向に画素値を平均するライン走査補間回路は、比較的に画質の大きな図形の斜めエッジ部分には非常に有効に補間が行われるが、細い斜め線に対しては有効に補間できない場合が発生する。

【0011】本発明は、上記の問題点を解決し、面によって生じた斜めエッジや斜め線に対して有効な非走査補間を行うことができる順次走査変換方法および順次走査変換装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するためには、本発明の順次走査変換装置は、インターレース走査の映像信号を順次走査の映像信号に変換するに際し、前記インターレース走査の1フィールドの映像信号を格子状にサンプリングした原画素に基づいて、前記変換のための補間画素を作成する順次走査変換装置において、作成する前記補間画素を中心とした点対称関係の原画素の組を選択する原画素選択手段と、前記原画素選択手段より選択された原画素の組の画素値の平均値を算出する原画素算出手段と、前記原画素の組の各原画素におけるエッジ情報を検出するエッジ情報検出手段と、前記エッジ情報を検出したエッジ情報を用いて、前記エッジ情報検出手段で検出されたエッジ情報に基づいて、前記算出手段で算出された相関値を補正する相関値補正手段と、前記相関値補正手段から得られる補正された相関値のうち、最も相関性が高い原画素の組の傾き方向を検出する傾き検出手段と、前記変換のための補間画素を作成するフィルタ手段とを備え、前記傾き検出手段で検出された前記傾き方向の所定数の原画素に基づいて、前記フィルタ手段により、前記変換のための補間画素を作成するよう構成する。

【0013】

【作用】本発明の構成によると、インターレース走査の映像信号を順次走査の映像信号に変換する場合には、画素値の相関値を求める原画素の組の検出を、補間画素を中心とした点対称関係の原画素の組のうちから選択し、各原画素の組において、画素値の相関値を算出し、各原画素の組の傾き方向の傾き情報に基づいて、相関値を補正し、その補正された相関値が最も高い相関性を示す原画素の組に基づいて補間画素を作成する。

【0014】

【実施例】以下、本発明の実施例の順次走査変換方法及び順次走査変換装置について、図面を参照しながら説明する。

【0015】はじめに、本実施例の順次走査変換方法について説明する。図4にディスプレイ上に表示した補間画素を中心とした2次元画像を示し、図4に基づいて、

補間画素を中心とした垂直方向および斜め方向の定義を説明する。図4に示すような2次元画像に対しては、エッジ情報は、水平方向及び垂直方向の2次元の傾き方向を持つ。しかしながら、2次元のエッジ情報については、水平方向のエッジ情報、垂直方向のエッジ情報それぞれ1次元のエッジ情報に分解できるため、説明簡略化のために、1次元のエッジ情報について説明する。図5に1次元のエッジ情報の図面を示し、図5に基づいて、エッジ情報の定義を説明する。また、図6に示すディスプレイ上に表示された2次元画像に基づいて、本実施例の順次走査変換方法の補間画素作成手順を説明する。

【0016】図4において、順次走査変換信号を得るための補間画素をp、インターレース走査の映像信号を格子状にサンプリングした原画素をa～nとする。補間画素pに対して、垂直方向に存在する原画素d、kの方向を傾き0、右に1画素分傾斜した方向に存在する原画素e、jの方向を傾き+1と定義する。同様に、原画素f、iの方向を傾き+2、原画素g、hの方向を傾き+3、原画素c、lの方向を傾き-1、原画素b、mの方向を傾き-2、原画素a、nの方向を傾き-3と定義する。

【0017】図5において、a、bは、インターレース走査の映像信号を、水平方向に対しては、ドットクロックfs (MHz) で、垂直方向に対しては、ラインクロックfh (kHz) で、格子状にサンプリングした原画素における画素値（ディスプレイ上の画素値に相当する）である。原画素aは、水平方向に対しては、原画素bに対して、1ドットクロック前の画素、垂直方向に対しては、1ライン前の画素にあたる。原画素bにおけるエッジ情報E d g e (b) を、原画素bの画素値に対する原画素aの画素値の差分値として定義する。また、原画素bの画素値が、原画素aの画素値より大きい場合、すなわち、エッジ情報E d g e (b) が正の場合をエッジ1、原画素bの画素値が、原画素aの画素値より小さい場合、すなわち、エッジ情報E d g e (b) が負の場合をエッジ2、原画素bの画素値と原画素aの画素値との差がない場合、すなわち、エッジ情報E d g e (b) が0の場合をエッジ3と定義する。エッジ1及びエッジ2においては、エッジ情報E d g e (b) の絶対値が大きいほど、エッジの傾きが大きくなり、小さいほど、エッジの傾きが小さくなる。すなわち、エッジの傾きが大きいということは、その画像は急峻なエッジを有し、エッジの傾きが小さいということは、緩やかなエッジを有することを意味する。

【0018】図6において、a～tはインターレース走査の映像信号を格子状にサンプリングした原画素、p0～p9は順次走査の映像信号を得るために作成した補間ライン上の補間画素である。ここで、原画素の画素値（ディスプレイ上の画素値に相当する）を、 $a=b=c=d=e=100$ 、 $f=g=h=i=j=0$ 、 $k=l=m=n=0$ 、 $p=q=r=s=t=0$ とする。図6に

示す画像は、 $f - n$ の傾きを持つ斜めエッジ（以下、 $f - n$ エッジと略称する）であり、 $f - n$ エッジより左上方向が白色、右下方が黒色である。

【0020】ステップ1においては、傾き $-3 \sim +3$ までの合計7方向を傾き候補とする。ステップ2においては、ステップ1で特定した7つの傾き候補の2方向に存在し、補間画素を中心とした対応点間隔にある原画素の傾きの差分絶対値をそれぞれ求める。ステップ3においては、差分絶対値を求めた原画素について、エッジ情報線を求める。エッジ情報は、水平方向に対しては、1クロック前の原画素との差分値を、垂直方向に対しては、1ライン前の原画素との差分値をそれぞれ求める。ステップ4においては、ステップ2で求めた差分絶対値に対して、ステップ3で求めたエッジ情報に基づいて、補正を行う。差分絶対値を求めた2点の両側に、ステップ1で特定した傾き候補の傾きと一致する傾きがある場合には、その傾きを補正傾きとする。補正傾きがない場合には、傾き候補の傾きをそのまま補正傾きとする。

一定した7つの傾き候補の方向に存在し、補間画素を中心とした点と傾き候補にある画素との間の水平方向、傾き方向と向ったエッジ情報の差分相関値をそれぞれ求める。傾きエッジが存在する方向における原画素においては、原画素の画素値が類似しているばかりではなく、エッジ情報においても類似している。また、エッジ情報の類似性においては、エッジの有無について考えた場合、エッジ有の場合の方が類似性、すなわち相関性が高いというのである。

また、エッジの方向性までもが類似していれば、一度相似エッジが高くなるはずである。このような理由から、エッジ間で、方向性までもが類似していれば、エッジ情報に差分絶対値を求める原因葉のエッジ情報が、図5のエッジ1同士とエッジ2同士とのような場合、エッジ情報の差分絶対値に対する値を減算するような補正を施す。エッジ無の場合、すなわち図5のエッジ3のような場合、エッジ情報の差分絶対値に対する補正は施さない。以上のように求められたエッジ情報の差分絶対値を、ステップ2で求めた差分絶対値に加算する。ステップ5においては、ステップ4で補正された差分絶対値が最小とならない原因葉の組を、最も相似性の高い原因葉の組として評価する。最小となる組が1つに特定できない場合は、順次0である原因葉の組を採用する。ステップ6においては、ステップ5で求めた最も相似性の高い原因葉の組の面積値を平均して、補正原因葉の面積値とする。

【0021】以上のようなステップ1～ステップ6の手順に従って、補間画像pのpの画素値を求め、図6を参照しながら、詳しく説明する。まず、順次3～n+3までの合計7方向を順次候補とする。以上7つの順次候補の順画素値は、順次3のa、qと、順次2のb、pと、順次1のc、oと、順次0のd、nと、順次-1のe、mと、順次-2のf、lと、順次-3のg、kと、順次-4のh、jと、順次-5のi、hと、順次-6のj、gと、順次-7のk、fと、順次-8のl、eと、順次-9のm、dと、順次-10のn、cと、順次-11のo、bと、順次-12のp、aと、順次-13のq、と、順次-14のr、と、順次-15のsと、順次-16のtと、順次-17のuと、順次-18のvと、順次-19のwと、順次-20のxと、順次-21のyと、順次-22のzと、順次-23のaaと、順次-24のabと、順次-25のacと、順次-26のadと、順次-27のaeと、順次-28のafと、順次-29のagと、順次-30のahと、順次-31のaiと、順次-32のajと、順次-33のakと、順次-34のalと、順次-35のamと、順次-36のanと、順次-37のaoと、順次-38のapと、順次-39のaqと、順次-40のarと、順次-41のasと、順次-42のatと、順次-43のauと、順次-44のavと、順次-45のawと、順次-46のaxと、順次-47のayと、順次-48のazと、順次-49のbaと、順次-50のbbと、順次-51のbcと、順次-52のbdと、順次-53のbeと、順次-54のbfと、順次-55のbgと、順次-56のbhと、順次-57のbiと、順次-58のbjと、順次-59のbkと、順次-60のblと、順次-61のbmと、順次-62のbnと、順次-63のboと、順次-64のbpと、順次-65のbqと、順次-66のbrと、順次-67のbsと、順次-68のbtと、順次-69のbuと、順次-70のbvと、順次-71のbwと、順次-72のbxと、順次-73のbyと、順次-74のbzと、順次-75のcaと、順次-76のcbと、順次-77のccと、順次-78のcdと、順次-79のceと、順次-80のcfと、順次-81のcgと、順次-82のchと、順次-83的ciと、順次-84のcjと、順次-85のckと、順次-86のclと、順次-87のcmと、順次-88のcnと、順次-89のcoと、順次-90のcpと、順次-91のcqと、順次-92のcrと、順次-93のcsと、順次-94のctと、順次-95のcuと、順次-96のcvと、順次-97のcwと、順次-98のcxと、順次-99のcyと、順次-100のczと、順次-101のdaと、順次-102のdbと、順次-103のdcと、順次-104のddと、順次-105のdeと、順次-106のdfと、順次-107のdgと、順次-108のdhと、順次-109のdiと、順次-110のdjと、順次-111のdkと、順次-112のdlと、順次-113のdmと、順次-114のdnと、順次-115のdoと、順次-116のdpと、順次-117のdqと、順次-118のdrと、順次-119のdsと、順次-120のdtと、順次-121のduと、順次-122のdvと、順次-123のdwと、順次-124のdxと、順次-125のdyと、順次-126のdzと、順次-127のeaと、順次-128のebと、順次-129のecと、順次-130のedと、順次-131のeeと、順次-132のefと、順次-133のegと、順次-134のehと、順次-135のeiと、順次-136のejと、順次-137のekと、順次-138のelと、順次-139のemと、順次-140のenと、順次-141のeoと、順次-142のepと、順次-143のeqと、順次-144のerと、順次-145のesと、順次-146のetと、順次-147のeuと、順次-148のevと、順次-149のewと、順次-150のexと、順次-151のeyと、順次-152のezと、順次-153のfaと、順次-154のfbと、順次-155のfcと、順次-156のfdと、順次-157のfeと、順次-158のffと、順次-159のfgと、順次-160のfhと、順次-161のfiと、順次-162のfjと、順次-163のfkと、順次-164のflと、順次-165のfmと、順次-166のfnと、順次-167のfoと、順次-168のfpと、順次-169のfqと、順次-170のfrと、順次-171のfsと、順次-172のftと、順次-173のfuと、順次-174のfvと、順次-175のfwと、順次-176のfxと、順次-177のfyと、順次-178のfzと、順次-179のgaと、順次-180のgbと、順次-181のgcと、順次-182のgdと、順次-183のgeと、順次-184のgfと、順次-185のggと、順次-186のghと、順次-187のgiと、順次-188のgjと、順次-189のgkと、順次-190のglと、順次-191のgmと、順次-192のgnと、順次-193のgoと、順次-194のgpと、順次-195のgqと、順次-196のgrと、順次-197のgsと、順次-198のgtと、順次-199のguと、順次-200のgvと、順次-201のgwと、順次-202のgxと、順次-203のgyと、順次-204のgzと、順次-205のhaと、順次-206のhbと、順次-207のhcと、順次-208のhdと、順次-209のheと、順次-210のhfと、順次-211のhgと、順次-212のhhと、順次-213のhiと、順次-214のhjと、順次-215のhkと、順次-216のhlと、順次-217のhmと、順次-218のhnと、順次-219のhoと、順次-220のhpと、順次-221のhqと、順次-222のhrと、順次-223のhsと、順次-224のhtと、順次-225のhuと、順次-226のhvと、順次-227のhwと、順次-228のhxと、順次-229のhyと、順次-230のhzと、順次-231のiaと、順次-232のibと、順次-233のicと、順次-234のidと、順次-235のieと、順次-236のifと、順次-237のigと、順次-238のihと、順次-239のiiと、順次-240のijと、順次-241のikと、順次-242のilと、順次-243のimと、順次-244のinと、順次-245のioと、順次-246のipと、順次-247のiqと、順次-248のirと、順次-249のisと、順次-250のitと、順次-251のiuと、順次-252のivと、順次-253のiwと、順次-254のixと、順次-255のiyと、順次-256のizと、順次-257のjaと、順次-258のjbと、順次-259のjcと、順次-260のjdと、順次-261のjeと、順次-262のjfと、順次-263のjgと、順次-264のjhと、順次-265のjiと、順次-266のjjと、順次-267のjkと、順次-268のjlと、順次-269のjmと、順次-270のjnと、順次-271のjoと、順次-272のjpと、順次-273のjqと、順次-274のjrと、順次-275のjsと、順次-276のjtと、順次-277のjuと、順次-278のjvと、順次-279のjwと、順次-280のjxと、順次-281のjyと、順次-282のjzと、順次-283のkaと、順次-284のkbと、順次-285のkcと、順次-286のkdと、順次-287のkeと、順次-288のkfと、順次-289のkgと、順次-290のkhと、順次-291のkiと、順次-292のkjと、順次-293のkkと、順次-294のklと、順次-295のkmと、順次-296のknと、順次-297のkoと、順次-298のkpと、順次-299のkqと、順次-300のkrと、順次-301のksと、順次-302のktと、順次-303のkuと、順次-304のkvと、順次-305のkwと、順次-306のkxと、順次-307のkyと、順次-308のkzと、順次-309のlaと、順次-310のlbと、順次-311のlcと、順次-312のldと、順次-313のleと、順次-314のlfと、順次-315のlgと、順次-316のlhと、順次-317のliと、順次-318のljと、順次-319のlkと、順次-320のllと、順次-321のlmと、順次-322のlnと、順次-323のloと、順次-324のlpと、順次-325のlpと、順次-326のlpと、順次-327のlpと、順次-328のlpと、順次-329のlpと、順次-330のlpと、順次-331のlpと、順次-332のlpと、順次-333のlpと、順次-334のlpと、順次-335のlpと、順次-336のlpと、順次-337のlpと、順次-338のlpと、順次-339のlpと、順次-340のlpと、順次-341のlpと、順次-342のlpと、順次-343のlpと、順次-344のlpと、順次-345のlpと、順次-346のlpと、順次-347のlpと、順次-348のlpと、順次-349のlpと、順次-350のlpと、順次-351のlpと、順次-352のlpと、順次-353のlpと、順次-354のlpと、順次-355のlpと、順次-356のlpと、順次-357のlpと、順次-358のlpと、順次-359のlpと、順次-360のlpと、順次-361のlpと、順次-362のlpと、順次-363のlpと、順次-364のlpと、順次-365のlpと、順次-366のlpと、順次-367のlpと、順次-368のlpと、順次-369のlpと、順次-370のlpと、順次-371のlpと、順次-372のlpと、順次-373のlpと、順次-374のlpと、順次-375のlpと、順次-376のlpと、順次-377のlpと、順次-378のlpと、順次-379のlpと、順次-380のlpと、順次-381のlpと、順次-382のlpと、順次-383のlpと、順次-384のlpと、順次-385のlpと、順次-386のlpと、順次-387のlpと、順次-388のlpと、順次-389のlpと、順次-390のlpと、順次-391のlpと、順次-392のlpと、順次-393のlpと、順次-394のlpと、順次-395のlpと、順次-396のlpと、順次-397のlpと、順次-398のlpと、順次-399のlpと、順次-400のlpと、順次-401のlpと、順次-402のlpと、順次-403のlpと、順次-404のlpと、順次-405のlpと、順次-

3のg、kとなる。7つの傾き候補の原画素の組それぞれで差分絶対値を求めると、傾き-3~0及び傾き+1~2+3では1.0、傾き+1.0となる。原画素 $a \sim g$ 、k~qにおけるエッジ情報があるが、原画素 $a \sim e$ 、k~m、p~qについては、水平方向、垂直方向ともに、差分値は0で、原画素f及びnについては、水平方向、垂直方向ともに、差分値は-1.0、原画素g及びoについては、水平方向は0、垂直方向は-1.0となる。7つの傾き候補の原画素の組におけるエッジ情報ある。7つの傾き候補の組におけるエッジ情報の差分絶対値は、傾き-3~-2、+1については水平方向、垂直方向ともに0、傾き-1~-0及び+1については、水平方向は0であるが、垂直方向は1.0、傾き+2については水平方向、垂直方向ともに1.0となる。これら7つの傾き候補差分絶対値それぞれを、7つの傾き候補の原画素の組それぞれに差分的対値を加算すると、傾き-3~-2は変わらずに1.0、傾き-1~-0、+1は傾き+3~-2は変わらずに3.0、傾き+2は水平方向、垂直方向のエッジ情報差分が加算されて2.0、傾き+1は変わらずに0、傾き+0は水平方向、垂直方向のエッジ情報差分が加算されて3.0、傾き0及び+2の傾き差分は0となる。以上から、このようにエッジ情報により補正された差分絶対値のうち最小となるのは、傾き+1の原画素と原画素mの組となる。したがって、補助原画素pの差分値は、原画素eと原画素mの面差値の平均値である1.0となる。

【0023】以下、同様の手順で補間面画p4、p5の作成される。補間面画p4については、7つの根き候補の原面画の組は、根き-p4のc、rと、根き-2のc、qと、根き-1のd、pと、根き0のe、oと、根き+1のf、nと、根き+2のg、mと、根き+3のh、lとなる。7つの根き候補の原面画の組それぞれで差分絶対値を求めると、根き-3-0及び根き+2+3で1は10、根き+1のみ0となる。エッジ情報差分絶対値で補正を行う。しかしながら、補間面画p4の作成においては、根き+1に対しては、原面画f及び原面画nのエッジ情報が、水平方向、垂直方向ともに図4のエッジ2であるため、水平方向、垂直方向のエッジ情報それぞれに対してエッジ情報の差分絶対値からある値 α を減算する。ここでは、説明の便のために、 $\alpha=5$ とする。ようなことから、根き+1に対するエッジ情報差分絶対値は、水平方向のエッジ情報、垂直方向のエッジ情報それぞれに対して5が減算されるから、-10となる。また、根き-3~-1、+3は100、根き0及び+2は20となる。以上から、根き+1の原面画fと原面画nの組が採用され、補間面画p4の画素値は、原面画fと原面画nの画素値の平均値である0となる。補間面画p5については、エッジ情報により補正された原面画間差分絶対値は、根き-3~-1、+3では100、根き+2は20、+3で2である。以上から、根き+1では-5となる；根き+1の原面画gと原面画oの画素値が採用され、補間面画p5

の画素値は、原画素 g と原画素 o の画素値の平均値である 0 となる。他の補間画素 $p0 \sim p2$ 、 $p6 \sim p9$ についても同様の手順で作成され、補間画素 $p0 \sim p2$ の画素値は 100、補間画素 $p6 \sim p9$ の画素値は 0 となる。

【0024】以上のようにして $f-n$ エッジが完全に補間される。図7に示す画像のように、斜め線Aの場合の補間画素 $p0 \sim p9$ を求める。

【0025】まず、補間第3～p6に対する補間面要素作成手順について述べる。補間面要素p3については、原面要素間差分絶対値は、傾き $-3 \sim -2$ 、傾き $1 \sim 0$ 、 $+2 \sim +3$ は1.0となる。これに対してエッジ傾斜による補正を施す。傾き -3 に対しては原面要素aはエッジ無であるが、原面要素cは垂直方向に図4の傾き -2 に対しては図素aはエッジ無であるが、原面要素pは垂直方向、水平方向ともにエッジ1が存在するたため200が加算されて3.0、傾き -1 に対しては原面要素cはエッジ無であるが、原面要素oは垂直方向にエッジ2が存在するたため100が加算されて2.0、傾き0に対しては原面要素dはエッジ無であるが、原面要素nは垂直方向、水平方向ともにエッジ2が存在するたため200が加算されて3.0、傾き $+1$ に対しては原面要素c、原面要素mともにエッジ1垂直方向、水平方向ともにエッジ2に対しては原面要素1垂直方向、水平方向ともにエッジ2が存在して3.0、傾き $+3$ に対しては原面要素gは垂直方向にのみエッジ2が存在し、原面要素kはエッジ無であるたため1.00が加算されて2.0となる。以上から、傾き $+1$ で3つの面要素a、原面要素mの組が採用され、補間面要素pの面要素値は、原面要素cと原面要素mの平均値である1.00となる。

【0026】補間面第4については、原図素間差分が、 a 対値は、傾き -3 、 -1 、 $+1$ 、 $+3$ となり、 2 は 1 となり、これに対してエッジ傾角による、傾き -2 を施すと、傾き -3 に対しては変わらずに 0 、傾き -2 に対しては原図素 c はエッジ無であるが、原図素 a は垂直方向にエッジが存在するため 1 が加算されて 1 、 0 、傾き -1 に対しては原図素 d はエッジ無であるが、原図素 p は垂直方向、水平方向ともにエッジ 1 が存在するため 2 が加算されて 2 、傾き 0 に対しては、原図素 e はエッジ無であるが、原図素 o は垂直方向にエッジ 2 が存在するため 1 が加算されて 2 、傾き $+1$ に対しては、原図素 f は垂直方向、水平方向ともにエッジ 2 が存在し、原図素 n も同様に垂直方向、水平方向ともにエッジ 2 が存在するため 1 が減算されて 1 、傾き $+2$ に対しては原図素 g は垂直方向にのみエッジ 2 が存在し、原図素 m はエッジ無であるため 1 が加算されて 2 となり、傾き $+3$ に対しては、原図素 h は垂直方向、水平方向ともにエッジ 1 が存在し、傾

画素 1 はエッジ無であるため 200 が加算されて 200 となる。以上から、傾き +1 である原画素 f と原画素 n の組が採用され、補間画素 p 4 の画素値は、原画素 f と原画素 n の画素値の平均値である 0 となる。

【0027】補間葉p5については、エッジ情報による補正後の原画葉型部分絶対値は、傾き-3、-2が0、傾き-1が100、傾きが3が500、傾き+1が50、傾き+2が500、傾きが3が100となり、補間葉+1である原画葉gと原画葉oの組が採用され、補間葉p5の画素値は、原画葉gと原画葉oの画素値の平均値である0となる。

【0028】補間画素p6については、エッジ情報による補正後の原画素間差総和値は、傾き-3、-2が10、傾き-1が300、傾き0が300、傾き+1が10、傾き+2が300、傾き+3が300となり、補間画素p6である原画素hと原画素pの値が採用され、補間画素p6の画素値は、原画素hと原画素pの画素値の平均値である100となる。

【0029】他の補間画素 $p_0 \sim p_2$ 、 $p_7 \sim p_9$ についても同様の手順で作成され、補間画素 $p_0 \sim p_2$ 、 $p_7 \sim p_9$ の画素値は100となる。

【0030】以上のようにして斜め線Aが完全に補間される。さらに、図8に示す画像のように、斜め線Aより傾斜のきつい斜め線Bの場合の補間画素 $p_0 \sim p_9$ を求める。

乗作成順序順に絶対対は、横き 3 ～ 1、+2 0、横き 0 ～ +1、+3 は 1.0 0 となる。これに対してエッジ情報による補正を施すと、横き -3 に対しては原画素 a はエッジ 1 が存在するため 1.0 0 が加算されて 1.0、横き -2 に対しては原画素 b、原画素 c はエッジ無であるため変わらず 0、横き -1 に対しては原画素 c はエッジ無であるが、原画素 o は 1.0 0 が加算されて 2.0 0、横き +1 に対しては原画素 k はエッジ無であるが、原画素 n は垂直方向にエッジ d はエッジ無であるが、原画素 m は垂直方向にエッジ 2 が存在するため 1.0 0 が加算されて 2.0 0、横き +1 に対しては原画素 e はエッジ無であるが、原画素 i は垂直方向にエッジ 2 が存在して 3.0 0、横き +2 に対しては原画素 f、原画素 l ともにエッジ無であるため変わらず 0、横き +3 に対しては原画素 k はエッジ無であるため 2.0 が加算されて 3.0 となる。この場合、横き -2 と横き +2 の差分絶対対値がともに 0 となり、特定することできないため、横き -2 である原画素 b と原画素 p の組、横き +2 である原画素 p の 3 画素値は、原画素 b、原画素 c、原画素 f、原画素 l の合計 4 画素の画素値の平均値である 1.0

0となる。

【0032】補間画素p4については、原画素間差分絶対値は、傾き-3、0、+2は0、傾き+1、+3は1、0となる。これに対してエッジ情報による補正を施すと、傾き-3に対しては原画素wはエッジ無であるが、原画素rは垂直方向にエッジ1が存在するため1.0が加算されて1.0、傾き-2に対しては原画素cはエッジ無であるが、原画素qは垂直方向にエッジ1が存在するため1.0が加算されて1.0、傾き-1に対しては原画素d、原画素pともにエッジ無であるため変わらず、傾き0に対しては、原画素eはエッジ無であるが、原画素oは水平方向にエッジ1が存在するため1.0が加算されて1.0、傾き+1に対しては、原画素fはエッジ無であるが、原画素nは垂直方向にエッジ2が存在するため1.0が加算されて2.0、傾き+2に対しては、原画素mは同様垂直方向、水平方向ともにエッジ2が存在し、原画素hは垂直方向にエッジ2が存在し、傾き+3に対しては原画素hは垂直方向にエッジ2が存在し、原画素iはエッジ無であるため1.0が加算されて2.0、傾き+2である原画素gと原画素mの組が採用され、補間画素p4の画素値は、原画素gと原画素mの画素値の平均値である0となる。

【0033】補間画素p5については、エッジ情報による補正後の原画素間差分絶対値は、傾き-3が0、傾き-2が1.0、傾き-1が1.0、傾き0が0、傾き+1が4.0、傾き+2が-5、傾き+3が4.0となり、傾き+2である原画素hと原画素nの組が採用され、補間画素p5の画素値は、原画素hと原画素nの画素値の平均値である0となる。

【0034】補間画素p6については、エッジ情報による補正後の原画素間差分絶対値は、傾き-3が0、傾き-2が0、傾き-1が1.0、傾き0が3.0、傾き+1が2.0、傾き+2が-5、傾き+3が2.0となり、傾き+2である原画素iと原画素oの組が採用され、補間画素p6の画素値は、原画素iと原画素oの画素値の平均値である1.0となる。

【0035】他の補間画素p0～p2、p7～p9についても同様の手順で作成され、補間画素p0～p2、p7～p9の画素値は1.0となる。

【0036】以上のようにして斜め線Bが完全に補間される。以上により、面によって生じた斜めエッジや斜め線に対して有効な走査線補間を行うことができる。

【0037】なお、上記の実施例では、補間画素の画素値を求める際に、最も相関性が高いと判断された補間方向に存在する補間画素に最も近い原画素の画素値を平均して、補間方向に存在する原画素の画素値を増やすこととしたが、さらに、高相関に補間画素の画素値を求めることができる。すなわち、補間方向に存在する上方2ライン

上の2つの原画素と下方2ライン上の2つの原画素の合計4つの原画素の画素値に、それぞれ所定の係数を掛け合わせて加算することで補間画素の画素値を求めればよい。

【0038】さらに、相関性の評価を原画素の画素値の差分値より行なったが、原画素の画素値を増やすことも、同様に実施できる。

【0039】次に、本実施例の順次走査変換装置について説明する。この順次走査変換装置の説明を行う前に、まず、後で用いる傾き方向について、図3にしたがって定義する。

【0040】図3は、順次走査の映像信号を得るための補間信号を中心にして、フィールド内のインターレース走査の映像信号を2次元で見た図である。図3において、補間信号をp、インターレース走査の映像信号を原信号a～nとする。補間信号pに対して垂直方向に存在する原信号d、kの方向を傾き0、右に1画素分傾斜した方向に存在する原信号e、jの方向を傾き+1、原信号f、lの方向を傾き+2、原信号g、hの方向を傾き+3、原信号c、iの方向を傾き-1、原信号b、mの方向を傾き-2、原信号a、nの方向を傾き-3と定義する。

【0041】図1に、順次走査変換方法を実現するための本実施例の順次走査変換装置の要部の構成図を示し、図2に、第1の実施例としてのフィールド内補間回路1.1.4の動作の詳細を説明するためのブロック図を、図3に、第2の実施例としてのフィールド内補間回路1.1.4の動作の詳細を説明するためのブロック図を示す。

【0042】図1において、入力信号は、2:1インターレース走査の映像信号をサンプリング周波数fs(MHz)でサンプリングしたディジタル映像信号(原信号)であり、出力信号は、サンプリング周波数が2xf s(MHz)の1:1順次走査の映像信号である。

【0043】入力信号が1Hメモリ(1Hはインターレース走査の映像信号の1ラインに相当)110、111、1.1.2で遅延され、(y-1)ライン、yライン、(y+1)ライン、(y+2)ラインの4ライン上の原信号が同時に得られる。それぞれのライン上の原信号はRAM(ランダム・アクセス・メモリ)107に記憶される。同時に、原信号選択回路101では、yラインと(y+1)ラインの原信号から傾き候補となる原信号が選択される。選択された傾き候補の原信号間での相関値を、相関値算出回路102で算出する。それと同時に、エッジ情報算出回路103では、yライン及び(y+1)ラインの原信号それぞれの水平方向及び垂直方向のエッジ情報を検出する。検出されたエッジ情報に基づいて、相関値算出回路102で算出された相関値に対して補正を相関値補正回路104で施す。補正が施された相関値は傾き補正回路105に入力され、最も相関性の高い傾き方向が検出され、補間方向として出力される。検

出された補間方向は、アドレス算出回路106に入力される。

【0044】アドレス算出回路106は、補間信号を算出するために必要な原信号が記憶されているRAM107のアドレスを算出する。補間信号を算出するために必要な原信号は、(y-1)ライン、yライン、(y+1)ライン、(y+2)ライン上にあり、算出する補間信号を中心として、傾き検出回路105で検出された補間方向の4つの原信号である。アドレス算出回路106によって、RAM107から呼び出された4つの原信号は、フィルタ手段としてのフィルタ回路108でフィルタ処理を施し、109の所定の係数と重み付け加算される。補間信号となった時間軸変換回路113へ入力される。時間軸変換回路113では、原信号と補間信号がそれぞれ2倍に時間軸圧縮され、1ライン毎に交互に出力することで順次走査の映像信号が得られる。

【0045】次に、図2を用いて、第1の実施例としてのフィールド内補間回路1.1.4の動作について詳細に説明する。

【0046】図2において、1Hメモリ111で遅延された入力信号は、yライン上の原信号であり、1D遅延器(1Dはインターレース走査の1画素に相当)201～206で遅延され、原信号a～gが得られる。原信号a～gは図4に示す原信号y上のa～gに相当する。1Hメモリ112で遅延された入力信号は、(y+1)ライン上の原信号であり、1D遅延器208～213で遅延され、原信号h～nが得られる。原信号h～nは図4に示す原信号(y+1)上のh～nに相当する。減算器221～227によって、図4に示す傾き-3～+3の原信号の組に対する差分値を求める。求められた差分値を絶対値回路228により絶対値化し、相関値を示す相関値として、相関値補正回路229～235に入力する。

【0047】一方、yライン上の原信号の水平方向のエッジ情報を、減算器236～242を用いて、隣接原信号との差分値として算出する。また、(y+1)ライン上の原信号の水平方向のエッジ情報も、減算器243～249を用いて、差分値を算出する。yライン上の原信号の水平方向のエッジ情報と、(y+1)ライン上の原信号の水平方向のエッジ情報に基づいて、絶対値回路228で算出された相関値を、相関値補正回路229～235で補正する。

【0048】相関値補正回路229～235における相関値の補正処理内容は、傾き-3～+3の原信号の組に対する差分値を算出する場合と同様に、傾き-3～+3の原信号の組それぞれに対応する水平方向のエッジ情報の差分値を算出する。算出された水平方向のエッジ情報の差分値を絶対値化し、この差分絶対値に基づいて、相関値の補正を行う。相関値の補正は、相関値に対して水平方向のエッジ情報の差分絶対値を加算するだけである

が、水平方向のエッジ情報の差分絶対値が小さい場合、補正方法が若干異なる。エッジ情報の差分絶対値が小さいということは、同様のエッジが存在していることを意味する。しかしながら、同じエッジ情報の差分絶対値が小さくとも、エッジの有無により、相関性の意味合いが若干異なる。エッジ情報の差分絶対値が同じで、一方は、エッジ無、もう一方は、エッジ有の場合、隣接した原信号間で、エッジの傾き、すなわちエッジの方向性を検出して、エッジ有の場合の方が、相関性の高いはずである。このようなことから、エッジ情報の差分絶対値が小さくて、エッジ有の場合は、そのエッジ情報の差分絶対値が加算された相関値からある値αを減算する。この処理内容に即した回路構成であれば、どのような構成であってもよい。また、この相関値補正回路をルックアップテーブルメモリで構成したとしても、同様の効果が得られる。

【0049】このように相関値補正回路229～235において補正された相関値は、垂直方向のエッジ情報により補正を行う相関値補正回路250～256に入力される。

【0050】また、yライン上の原信号の垂直方向のエッジ情報を、減算器257～263を用いて、yライン上の原信号の直上に位置する(y-1)ライン上の原信号との差分値として算出する。さらに、(y+1)ライン上の原信号の垂直方向のエッジ情報を、減算器264～270を用いて、差分値を算出する。yライン上の原信号の垂直方向のエッジ情報と、(y+1)ライン上の原信号の垂直方向のエッジ情報に基づいて、水平方向のエッジ情報により補正された相関値を、相関値補正回路250～256で補正する。

【0051】相関値補正回路250～256における相関値の補正処理内容は、水平方向エッジ情報による相関値補正処理内容と同様である。

【0052】評価回路271では、水平方向エッジ情報及び垂直方向エッジ情報により補正された相関値D_{r1}～D_{r7}の最小値が評価される。相関値D_{r1}が最小値として評価された場合は、補間方向は、図4に示す傾き-3であり、補間方向Pとして-3が出力される。以下同様にして、相関値D_{r3}の場合は、補間方向P=-2、相関値D_{r1}の場合は、補間方向P=-1、相関値D_{r7}の場合は、補間方向P=0、相関値D_{r5}の場合は、補間方向P=1、相関値D_{r2}の場合は、補間方向P=2、相関値D_{r6}の場合は、補間方向P=3が出力される。

【0053】アドレス算出回路272は、補間方向Pを用いて、RAM273～276のアドレスを算出する。RAM273には(y-1)ライン上の原信号、RAM274にはyライン上の原信号、RAM275には(y+1)ライン上の原信号、RAM276には(y+2)ライン上の原信号が記憶されており、補間方向Pに存在する4つの原信号のアドレスを算出する。アドレス算出

る。

【0074】図6に示す画像のp3を求める過程を用いて、第2の実施例のフィールド内補間回路における具体的な動作を説明する。p3を求めるときの原番号a～gは図6のa～gに、原番号h～nは図6のk～qに一致する。傾き-3のaとn、傾き-2のbとm、傾き-1のcとl、傾き0のdとk、傾き+1のeとj、傾き+2のfとi、傾き+3のgとhそれぞれ原番号の組の差分値を減算器319～325で算出し、絶対値回路326で絶対値化する。絶対値回路326から出力される差分絶対値は、傾き-3～-0及び傾き+2～+3では1.00、傾き+1のみ0となる。

【0075】一方、ライン上の原番号a～gの垂直方向のエッジ情報は、減算器335～341で算出され、原番号a～eは0、原番号f～gは-1.00となる。

(y+1)ライン上の原番号h～nの垂直方向のエッジ情報は、減算器342～348で算出され、原番号h～j、m～nは0、原番号k～lは-1.00となる。

【0076】相関値補正回路327～333において、傾き-3～+3に対応した原番号の垂直方向のエッジ情報の差分絶対値を求める。傾き-3～-2、+1において、エッジ情報の差分絶対値は0、傾き-1、+0、+2～+3においては、1.00となる。ここで求めた垂直方向のエッジ情報の差分絶対値を絶対値回路326から出力される相関値に加算すると、傾き-3～-2は1.00、傾き-1、+0、+2～+3は2.00、傾き+1は0となる。相関値補正回路334では、傾き0における原番号の垂直方向エッジ情報、特にエッジの有無について注目する。図6の補間番号p3においては、直上に位置する原番号がエッジ無、直下に位置する原番号がエッジ有のため、相関値に対する補正は行わない。

【0077】評価回路349では、相関値補正回路327～329で補正された相関値D_{r3}～D_{r5}、相関値補正回路334で補正されたD_{r6}、相関値補正回路331～333で補正されたD_{r1}～D_{r5}の最小値の評価を行うと、傾き+1の相関値D_{r1}=0が評価され、補間方向Pとして1が出力される。

【0078】アドレス算出回路350では、補間方向P=1をうけて、p3を中心として、傾き+1の方向にある4つの原番号のアドレスを算出する。アドレス算出回路350によって、RAM351～354から呼び出された4つの原番号は、それぞれ掛け算器355～358でフィルタ係数メモリ359の所定の係数が掛けられ、加算器360で加算されて補間番号が得られる。この得られる補間番号p3は、平均値補間でも、3次量込み内挿補間でも、1.00となる。

【0079】同様にして、p4を求める。上記と同様に、傾き-3～+3の原番号の組の相関値を求め、その求めた相関値に対して、ライン上の原番号の垂直方向のエッジ情報と(y+1)ライン上の原番号の垂直方向

のエッジ情報との差分絶対値を加算すると、傾き-3～-1、+3では1.00、傾き0及び+2では2.00、傾き+1では0となる。傾き+1に対しては、ライン上の原番号(y+1)ライン上の原番号それぞれにエッジが存在し、類似しているため、相関値に対しては傾き1(=5)を減算する。それにより、傾き+1では-5となる。相関値補正回路334では、傾き0におけるyライン上の原番号の垂直方向エッジは存在しないが、(y+1)ライン上の原番号の垂直方向のエッジは存在するため、相関値に対する補正は行わない。従って、相関値D_{r3}～D_{r5}は1.00、D_{r6}及びD_{r1}は2.00、D_{r1}は-5となり、相関値D_{r1}が最小となり、評価回路349からは補間方向Pとして1が出力される。その結果、p4を中心とした傾き+1の方向に存在する原番号を用いて、平均値補間、または3次量込み補間され、補間番号p4として0が得られる。

【0080】続いて、図9に示す画像のp3を求める過程を用いて、相関値補正回路334の効果について、具体的に説明する。p3を求めるときの原番号a～gは図9のa～gに、原番号h～nは図9のk～qに一致する。傾き-3のaとn、傾き-2のbとm、傾き-1のcとl、傾き0のdとk、傾き+1のeとj、傾き+2のfとi、傾き+3のgとhそれぞれ原番号の組の差分値を減算器319～325で算出し、絶対値回路326で絶対値化する。絶対値回路326から出力される差分絶対値は、傾き-3～-2、0、+2～+3では0、傾き-1、+1では1.00となる。

【0081】ライン上の原番号(y+1)ライン上の原番号ともに、垂直方向にエッジが存在しないため、傾き-3～+3に対する垂直方向エッジ情報差分絶対値は、0となり、相関値補正回路327～333では、相関値の補正は行われない。ところが、相関値補正回路334においては、傾き0に対するyライン上の原番号(y+1)ライン上の原番号ともにエッジが存在しないため、ある値βを減算する。ここでは、β=3として説明を続ける。従って、傾き0に対する相関値は-3となる。従って、相関値D_{r3}～D_{r5}、D_{r6}及びD_{r1}は0、D_{r1}は-3となり、相関値D_{r1}が最小となり、評価回路349からは補間方向Pとして1が出力される。その結果、p3を中心とした傾き+1の方向に存在する原番号を用いて、平均値補間、または3次量込み補間され、補間番号p4として0が得られる。

【0082】以上のようにして、第1の実施例、第2の実施例ともに、順次補間番号が求められる。

【0083】以上の動作により、第1の実施例、第2の実施例ともに、面によって生じた斜めエッジや斜め線、さらに垂直線に対して有効な走査線補間を行うことができる。

【0084】さらに、相関性の評価を原番号の差分値より行ったが、原番号の数を増やして構成することも同様

に実施できる。

【0085】また、相関値補正回路をルックアップテーブルメモリで構成したとしても、同様の効果を得られる。

【0086】

【説明の効果】以上のように本発明によれば、インターレース走査の映像信号を順次走査の映像信号に変換する場合には、画素値の差分絶対値を求める原画素の組の傾き、補間画素を中心とした対称関係の原画素の組のうちから選択し、このうちの、画素値の差分絶対値を算出し、算出された差分絶対値を、原画素のエッジ情報に基づいて、補正し、補正された差分絶対値が最小となる原画素の組に基づいて補間画素を作成することができる。

【0087】そのため、面によって生じた斜めエッジや斜め線に対しても有効な走査線補間を行うことができ

る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の順次走査変換装置の構成図

【図2】本発明の第1の実施例のフィールド内補間回路のプロック図

【図3】本発明の第2の実施例のフィールド内補間回路のプロック図

【図4】本発明の実施例の傾めエッジ方向および傾め方向を定める説明図

【図5】同実施例のエッジ情報を定義する説明図

【図6】同実施例の斜めエッジに対する補間画素作成手順の説明図

【図7】同実施例の斜め線に対する補間画素作成手順の説明図

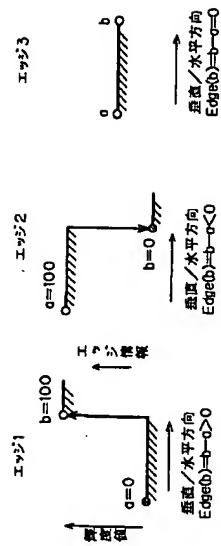
【図8】同実施例の別の斜め線に対する補間画素作成手順の説明図

【図9】同実施例の垂直線に対する補間画素作成手順の説明図

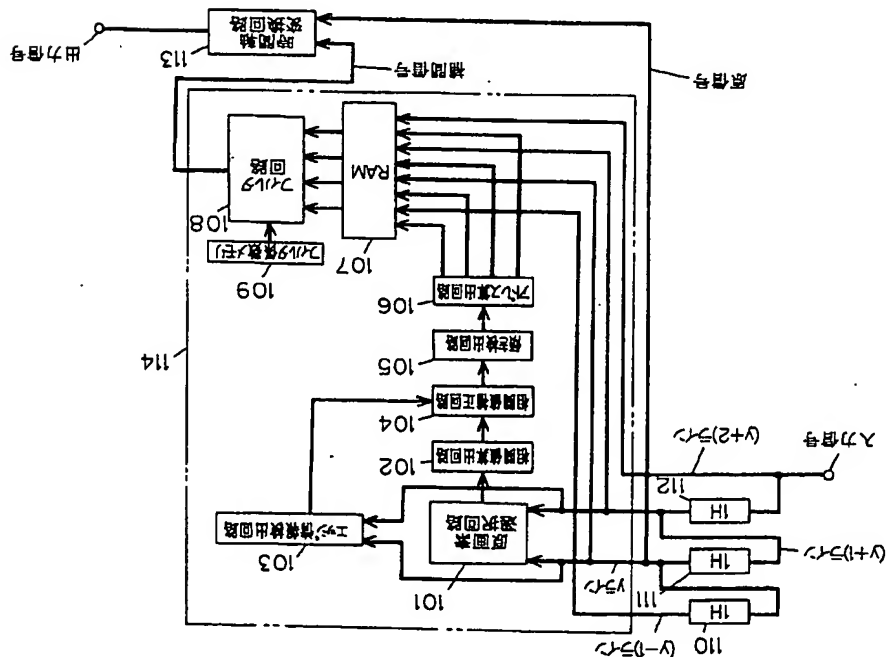
【符号の説明】

101 原画素選択回路
102 相関値算出回路
103 エッジ情報検出回路
104 相関値補正回路
105 傾き検出回路
106 アドレス算出回路
107 RAM
108 フィルタ回路
109 フィルタ係数メモリ
110～112 1Hメモリ
113 時間軸変換回路
114 フィールド内補間回路
201～220 1D遅延器
221～227、236～249、257～270 減算器
228 絶対値回路
229～235、250～256 相関値補正回路
271 評価回路
272 アドレス算出回路
273～276 RAM
277～280 乗算器
281 フィルタ係数メモリ
282 加算器
283 フィルタ回路
301～318 1D遅延器
319～325、335～348 減算器
326 絶対値回路
327～334 相関値補正回路
349 評価回路
350 アドレス算出回路
351～354 RAM
355～358 乗算器
359 フィルタ係数メモリ
360 加算器
361 フィルタ回路

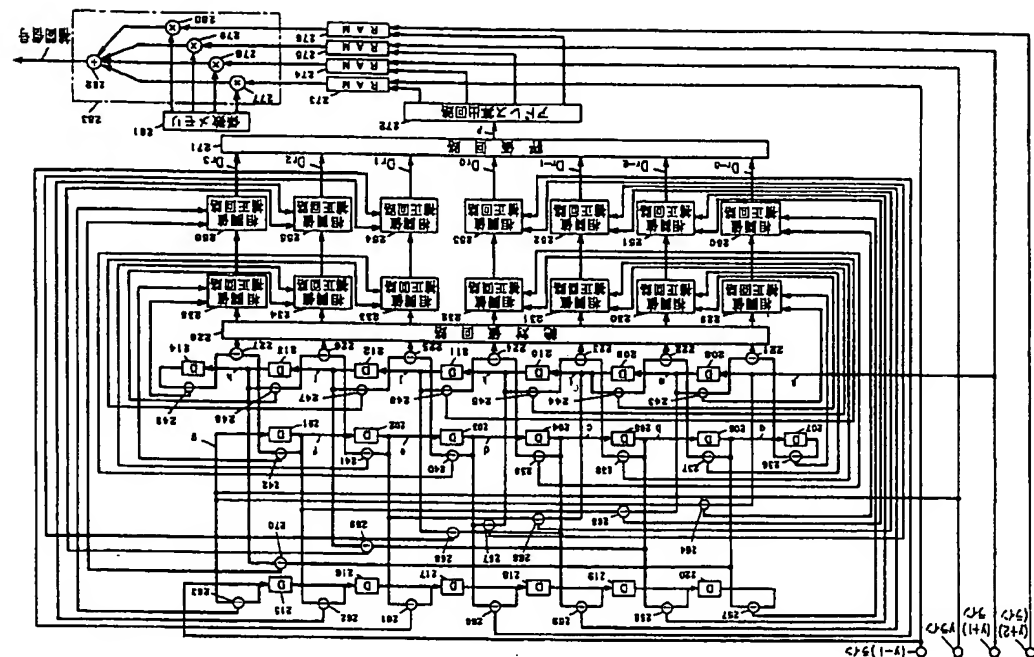
【図5】



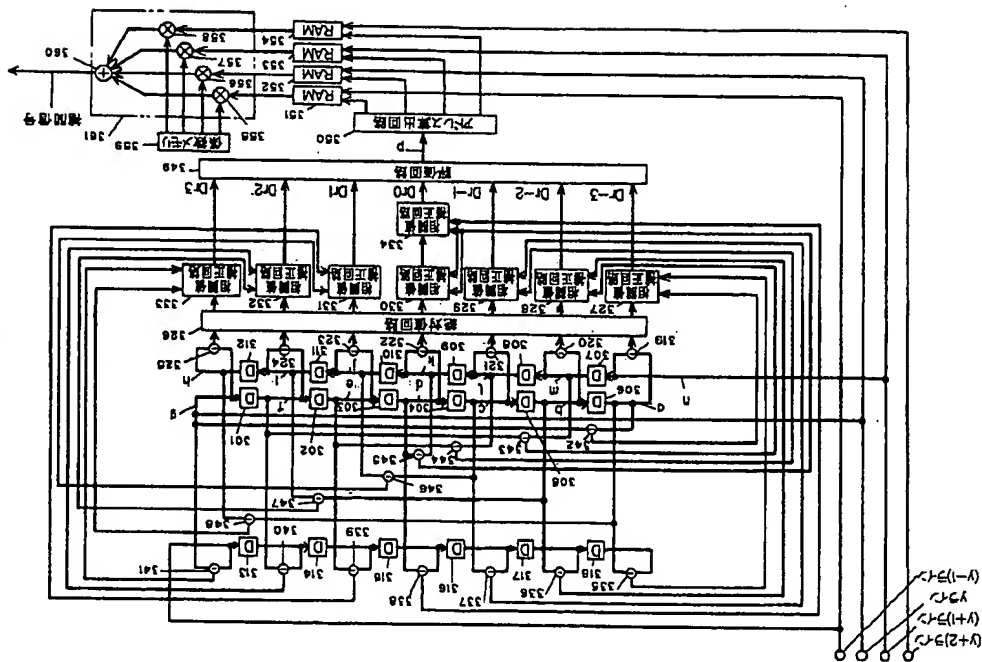
【図1】



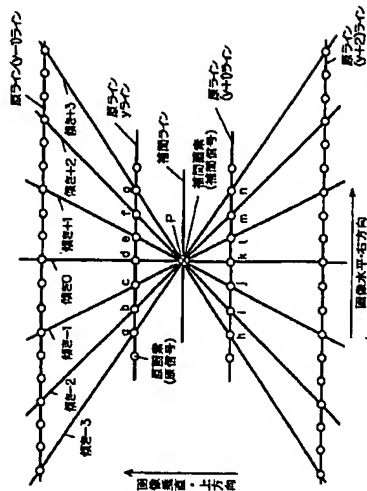
【図2】



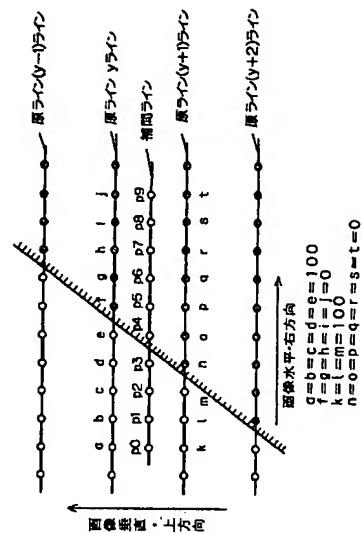
【図3】



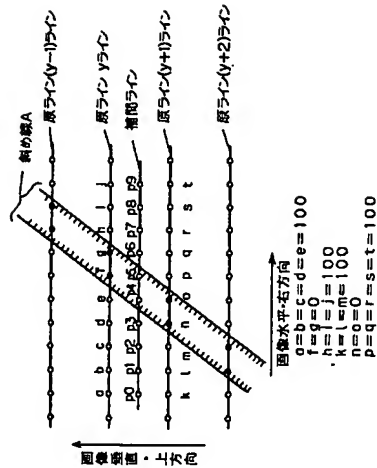
【図4】



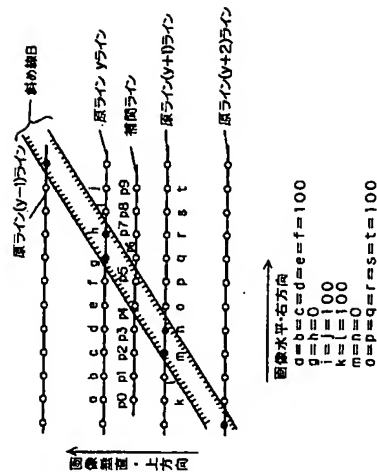
【図6】



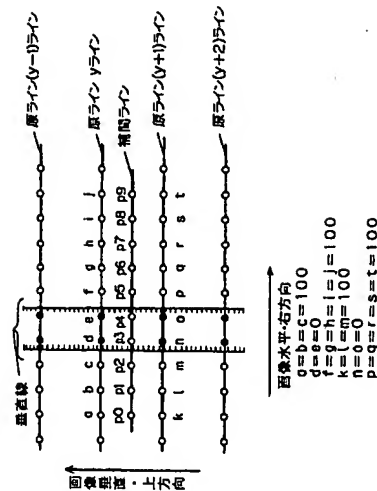
【図7】



【図8】



【図9】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.